

Alexandre Camiré<sup>1</sup>, Bruno Chabot<sup>2</sup>, André Lajeunesse<sup>1,3</sup>

1: Département de chimie, biochimie et physique, Université du Québec à Trois-Rivières, Trois-Rivières, Québec, Canada.

2: Institut d'innovation en écomatériaux, éco-produits et éco-énergies à base de biomasse, Université du Québec à Trois-Rivières, Trois-Rivières, Québec, Canada

3: Laboratoire de recherche en criminalistique, Université du Québec à Trois-Rivières, Trois-Rivières, Québec, Canada

## Introduction

Une multitude de résidus pharmaceutiques sont quotidiennement rejetés dans les eaux usées suivant une consommation humaine. Aux usines de traitement des eaux, là où ils seraient habituellement éliminés, ces résidus résistent aux procédés traditionnels et poursuivent leur chemin vers les cours d'eau [1]. Bien qu'en microtraces, ces contaminants de l'eau ont des effets néfastes tant sur l'homme que sur les écosystèmes aquatiques [2].

C'est donc pour cette raison qu'un nouveau nanomatériau écologique a été développé pour retenir par adsorption les contaminants pharmaceutiques. Son efficacité a été évaluée sur un antidépresseur, la fluoxétine (Prozac®). Sa capacité à être réutilisée sur plusieurs cycles par désorption a également été testée.

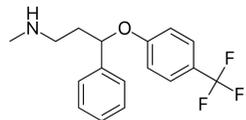


Figure 1: Fluoxétine

### 1) Électrofilage

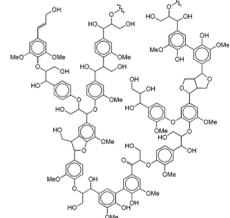


Figure 2: Lignine

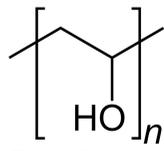


Figure 3: Alcool polyvinylique (PVA)

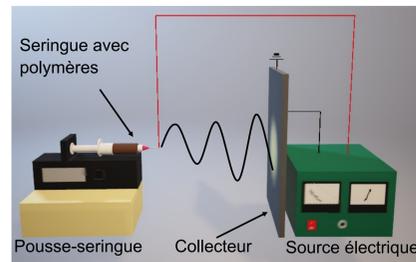


Figure 4: Montage d'électrofilage

#### Solution d'électrofilage:

7,5 % de lignine et 7,5 % de PVA en milieu basique

#### Paramètres d'électrofilage:

 Distance: 20 cm  
Voltage: 15 - 20 kV  
Débit: 0,10 - 15 mL/h  
Collecteur: plaque de métal

## Méthodologie

### 2) Préparation des membranes

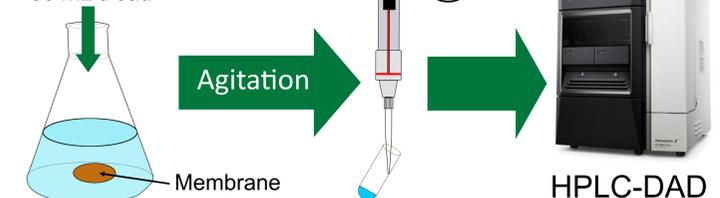
- 3 heures de stabilisation thermique à 160 °C
- 3 heures de stabilisation chimique avec un tampon citrate de sodium pH 4,5
- Rinçage à l'eau et séchage à l'air libre



Figure 5: Membrane stabilisée

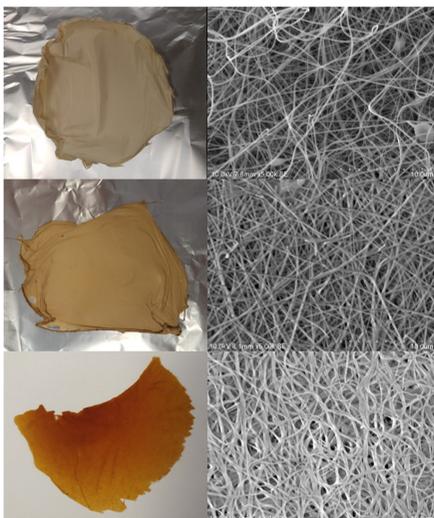
### 3) Tests d'adsorption

- 25 mg de membrane stabilisée
- 50 ppm de contaminant
- 50 mL d'eau



## Résultats

### Électrofilage et stabilisation [3]



Membrane fraîchement électrofilée et microscopie électronique à balayage (MEB) de cette membrane

Membrane stabilisée thermiquement et MEB de cette membrane

Membrane stabilisée complètement et MEB de cette membrane

### Adsorption

Équation 1: Capacité d'adsorption au temps t

$$Q_t = \frac{(C_0 - C_t) V}{m}$$

Où

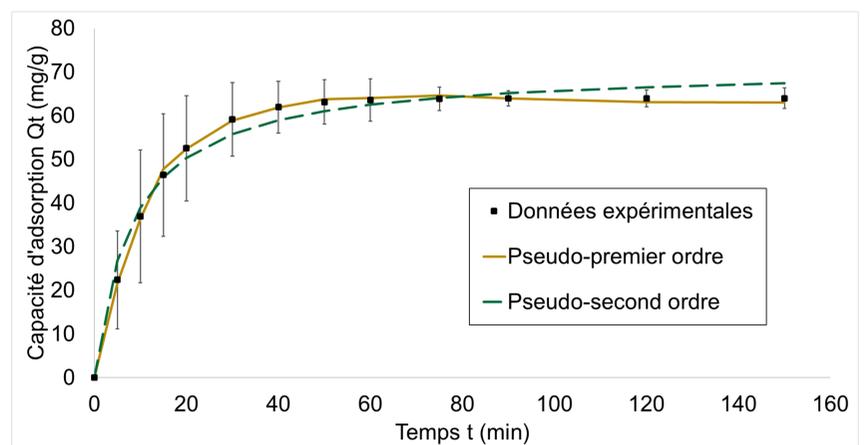
 $Q_t$  = Capacité d'adsorption au temps t  
 $C_0$  = Concentration initiale  
 $C_t$  = Concentration au temps t  
 $m$  = Masse de membrane  
 $V$  = Volume de solution


Figure 6: Cinétique d'adsorption de 50 ppm de fluoxétine à 25 °C.

### Isothermes d'adsorption

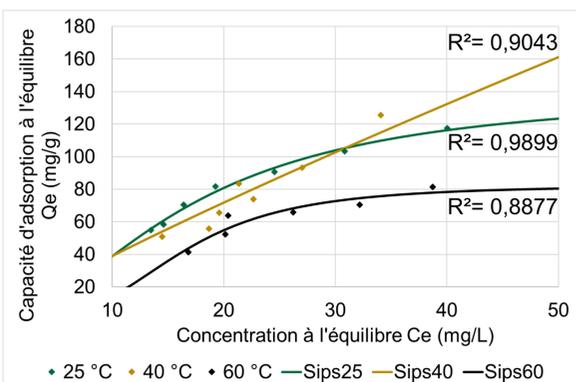


Figure 7: Isothermes d'adsorption à 25, 40 et 60 °C et comparaison avec le modèle de Sips.

### Thermodynamique de l'adsorption

Équation 2: Loi de van't Hoff

$$\ln \frac{Q_e}{C_e} * 1000 \text{ mg/mL} = \frac{\Delta S}{R} - \frac{\Delta H}{RT}$$

 Équation 3: 2<sup>e</sup> loi de thermodynamique

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

$\Delta G$ (kJ/mol)	$\Delta H$ (kJ/mol)	$\Delta S$ (J/mol *K)
-20,51	-7,99	42,01

### Désorption

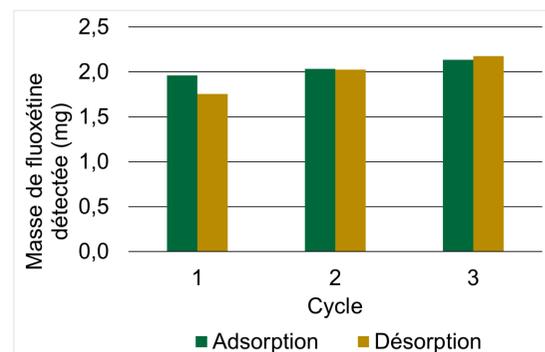


Figure 8: Masse de fluoxétine détectée en solution sur plusieurs cycles d'adsorption/désorption.

Désorption effectuée à l'aide d'une solution de NaCl 1M chauffée à 60 °C.

Aucune perte de masse significative après 3 cycles

La membrane est ainsi réutilisable.

## Conclusion

- Des membranes nanofibreuses de lignine et d'alcool polyvinylique ont été produites par une méthode optimisée d'électrofilage.
- Ces nanofibres ont la capacité de retenir jusqu'à 85 % (43 ppm) de fluoxétine en solution ce qui représente plusieurs milliers de fois plus que la quantité réellement présente dans les milieux aquatiques.
- La cinétique et les isothermes montrent que la réaction d'adsorption est de type physisorption.
- La thermodynamique montre que l'adsorption est une réaction spontanée, favorable et exothermique.
- Des tests sont en cours pour vérifier la capacité des membranes à capter plusieurs types de contaminants à la fois. L'utilisation d'une matrice d'eaux usées sera également étudiée.

## Remerciements

Je tiens à remercier les techniciens du département de Chimie, Biochimie et Physique de l'UQTR pour leur soutien technique, ainsi qu' Agnès Lejeune pour la microscopie électronique à balayage. Des remerciements sont également adressés à la Fondation UQTR pour le financement de ce projet.



## Références

1. Andrews, R. C. (2015). "Membrane Processes: Advancements for Drinking Water Treatment." Canadian Water Network: 6.
2. Lajeunesse, A., et al. (2012). "Distribution of antidepressant residues in wastewater and biosolids following different treatment processes by municipal wastewater treatment plants in Canada." Water Res 46 (17): 5600-5612
3. Camire, A., Espinasse, J., Chabot, B., & Lajeunesse, A. (2018). Development of electrospun lignin nanofibers for the adsorption of pharmaceutical contaminants in wastewater. Environ Sci Pollut Res Int. doi:10.1007/s11356-018-3333-z